

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003242646  
PUBLICATION DATE : 29-08-03

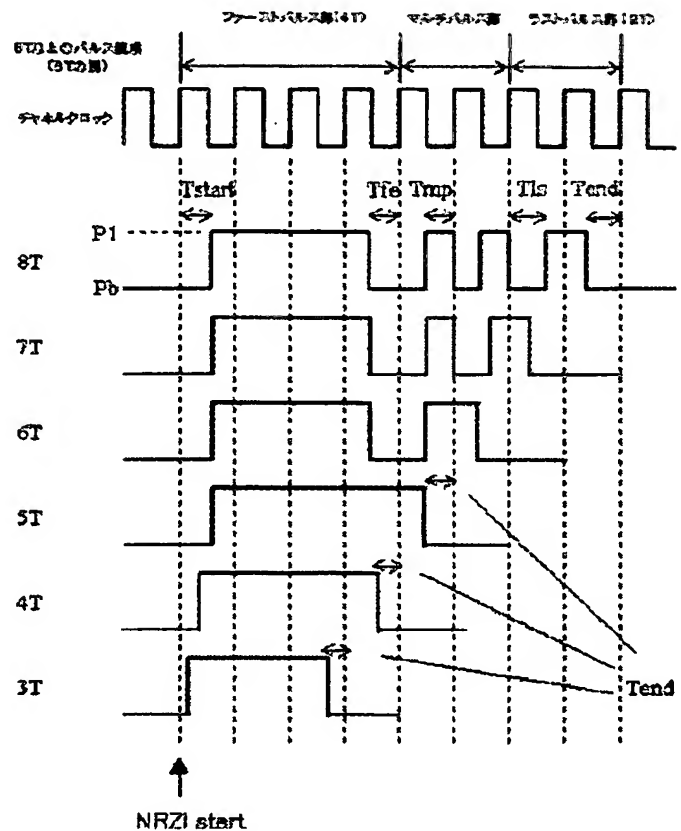
APPLICATION DATE : 15-02-02  
APPLICATION NUMBER : 2002038440

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : OGAWA MASATSUGU;

INT.CL. : G11B 7/0045

TITLE : RECORDING METHOD OF  
INFORMATION RECORDING MEDIUM,  
AND INFORMATION  
RECORDING/REPRODUCING DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide such a recording strategy that the formation of a satisfied recording mark and the exact read-out of the LPP information are made compatible in a write once optical disk, especially in a DVD-R.

SOLUTION: When the recording operation is made on the information recording medium in accordance with a modulation code, a short mark is recorded by one pulse, and a long mark is recorded by at least two or more pulses or by two or more recording levels. Especially when the recording operation is made by a modulation method of EFM plus, the mark having the length of 5T (T is channel clock) or shorter is recorded by one pulse, and the mark having the length of 6T or longer is recorded by two or more pulses.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-242646  
(P2003-242646A)

(43) 公開日 平成15年8月29日 (2003.8.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 7/0045

識別記号

F I  
G 1 1 B 7/0045

テーマコード(参考)  
A 5 D 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-38440 (P2002-38440)

(22) 出願日 平成14年2月15日 (2002.2.15)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 小川 雅嗣

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100109313

弁理士 机 昌彦 (外2名)

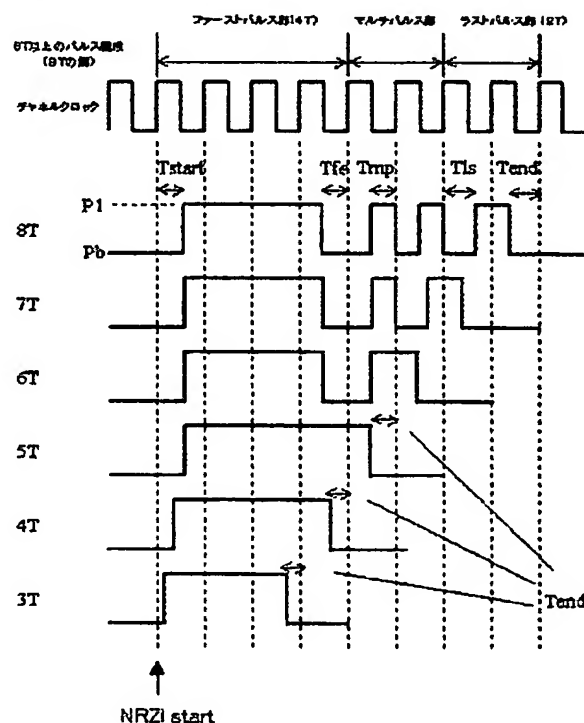
Fターム(参考) 5D090 AA01 BB03 CC01 DD03 EE02  
KK04 KK05

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体の記録方法及び情報記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 追記型の光ディスクにおいて、高線速記録を行なおうとした場合、記録マークが太くなりすぎて、基板に埋め込まれたディスク情報を劣化させてしまうという問題が存在している。

【解決手段】 情報記録媒体に変調符号に従って記録する際、短いマークはひとつのパルスで記録し、長いマークは少なくともふたつ以上のパルスまたはふたつ以上の記録レベルで記録する。特に、EFM plusの変調方式で記録する際には、5T (Tはチャンネルクロック) 以下の長さのマークは1個のパルスで記録し、6T以上の長さのマークは2個以上のパルスで記録する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報記録媒体に対し、変調符号に従って、マーク、スペース列として記録を行なう場合、 $5T$  ( $T$ はチャネルクロック周期)以下の長さのマークをそれぞれ長さの異なる1個のパルスによって記録し、それ以外の長さのマークを少なくとも2個以上のパルスによって記録することを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項2】 情報記録媒体に対し、変調符号に従って、マーク、スペース列として記録を行なう場合、 $5T$  ( $T$ はチャネルクロック周期)以下の長さのマークをそれぞれ長さの異なる1個のパルスでかつ1種類の記録パワレベルによって記録し、それ以外の長さのマークを少なくとも2種類以上の記録パワレベルからなるパルスによって記録することを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項3】 請求項1記載の情報記録媒体の記録方法において、上記変調符号が、周期 $T$ のチャネルクロックに基づく $nT$  ( $T$ :チャネルクロック) ( $n$ は3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11又は14)の長さの信号から構成されることを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項4】 請求項2記載の情報記録媒体の記録方法において、上記変調符号が、周期 $T$ のチャネルクロックに基づく $nT$  ( $T$ :チャネルクロック) ( $n$ は3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11又は14)の長さの信号から構成されることを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項5】 請求項3記載の情報記録媒体の記録方法において、 $mT$  ( $m \geq 6$ の自然数)の長さを持つマークを記録する場合、 $m-4$ 個のパルスを使用することを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項6】 請求項3記載の情報記録媒体の記録方法において、 $mT$  ( $m \geq 6$ の自然数)の長さを持つマークを記録するに際して、マークに対応するタイミング領域を、チャネルクロックの4倍の長さからなる第1の領域と、該第1の領域につらなるチャネルクロックの $(m-6)$ 倍の長さからなる第2の領域と、該第2の領域につらなるチャネルクロックの2倍の長さからなる第3の領域に分割し、それぞれの領域について、対応する記録パルスを発生することを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項7】 請求項6記載の情報記録媒体の記録方法において、上記第1の領域が1個のパルス、上記第2の領域が $(m-6)$ 個のパルス、上記第3の領域が1個のパルスでそれぞれ構成されていることを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項8】 請求項6記載の情報記録媒体の記録方法において、上記第1の領域、上記第2の領域、上記第3の領域ともそれぞれ1個のパルスで構成されていること

を特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項9】 請求項4記載の情報記録媒体の記録方法において、 $mT$  ( $m \geq 6$ の自然数)の長さを持つマークを記録する場合、パルスをパルス前端部、パルス中央部、パルス後端部に種別し、該パルス前端部と該パルス後端部の記録パワレベルよりも該パルス中央部の記録パワレベルが低いことを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項10】 請求項4記載の情報記録媒体の記録方法において、 $mT$  ( $m \geq 6$ の自然数)の長さを持つマークを記録するに際して、マークに対応するタイミング領域を、チャネルクロックの4倍の長さからなる第1の領域と、該第1の領域につらなるチャネルクロックの $(m-6)$ 倍の長さからなる第2の領域と、該第2の領域につらなるチャネルクロックの2倍の長さからなる第3の領域に分割し、それぞれの領域について、対応する記録パルスを発生することを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項11】 請求項10記載の情報記録媒体の記録方法において、上記第1の領域と上記第3の領域の記録パワレベルよりも、上記第2の領域の記録パワレベルが低いことを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項12】 情報記録媒体に記録する記録手段を少なくとも有する情報記録再生装置において、前記記録手段が、 $5T$  ( $T$ はチャネルクロック周期)以下の長さのマークをそれぞれ長さの異なる1個のパルスによって記録し、それ以外の長さのマークを少なくとも2個以上のパルスによって記録する記録手段であることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項13】 情報記録媒体に記録する記録手段を少なくとも有する情報記録再生装置において、前記記録手段が、 $5T$  ( $T$ はチャネルクロック周期)以下の長さのマークをそれぞれ長さの異なる1個のパルスでかつ1種類の記録パワレベルによって記録し、それ以外の長さのマークを少なくとも2種類以上の記録パワレベルからなるパルスによって記録する記録手段であることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項14】 請求項12記載の情報記録再生装置において、上記変調符号が、周期 $T$ のチャネルクロックに基づく $nT$  ( $T$ :チャネルクロック) ( $n$ は3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11又は14)の長さの信号から構成されることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項15】 請求項13記載の情報記録再生装置において、上記変調符号が、周期 $T$ のチャネルクロックに基づく $nT$  ( $T$ :チャネルクロック) ( $n$ は3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11又は14)の長さの信号から構成されることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項16】 請求項14記載の情報記録再生装置において、 $mT$  ( $m \geq 6$ の自然数)の長さを持つマークを記録する場合、 $m-4$ 個のパルスを使用することを特

徴とする情報記録再生装置。

【請求項17】 請求項14記載の情報記録再生装置において、 $mT$  ( $m \geq 6$  の自然数) の長さを有するマークを記録するに際して、マークに対応するタイミング領域を、チャンネルクロックの4倍の長さからなる第1の領域と、該第1の領域につらなるチャンネルクロックの  $(m-6)$  倍の長さからなる第2の領域と、該第2の領域につらなるチャンネルクロックの2倍の長さからなる第3の領域に分割し、それぞれの領域について、対応する記録パルスが発生することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項18】 請求項17記載の情報記録再生装置において、上記第1の領域がひとつのパルス、上記第2の領域が  $m-6$  個のパルス、上記第3の領域がひとつのパルスで構成されていることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項19】 請求項17記載の情報記録再生装置において、上記第1の領域、上記第2の領域、上記第3の領域ともそれぞれ1個のパルスで構成されていることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項20】 請求項15記載の情報記録再生装置において、 $mT$  ( $m \geq 6$  の自然数) の長さを有するマークを記録する場合、パルスをパルス前端部、パルス中央部、パルス後端部に種別し、該パルス前端部と該パルス後端部の記録パワレベルよりも該パルス中央部の記録パワレベルが低いことを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項21】 請求項15記載の情報記録再生装置において、 $mT$  ( $m \geq 6$  の自然数) の長さを有するマークを記録するに際して、マークに対応するタイミング領域を、チャンネルクロックの4倍の長さからなる第1の領域と、該第1の領域につらなるチャンネルクロックの  $(m-6)$  倍の長さからなる第2の領域と、該第2の領域につらなるチャンネルクロックの2倍の長さからなる第3の領域に分割し、それぞれの領域について、対応する記録パルスが発生することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項22】 請求項21記載の情報記録再生装置において、上記第1の領域と上記第3の領域の記録パワレベルよりも、上記第2の領域の記録パワレベルが低いことを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項23】 情報記録媒体に対し、変調符号に従って、マーク、スペース列として記録を行なう場合、使用する光ヘッドのレーザダイオードから出射される光の波長を  $\lambda$ 、対物レンズの開口数を  $NA$  としたとき、  

$$0.61 \times \lambda / NA$$

なる式から算出される光ヘッドの光スポット半径以下の記録マークを、それぞれ長さの異なる1個のパルスによって記録し、それ以外の長さのマークを少なくとも2個以上のパルスによって、または、少なくとも2種類以上の記録パワレベルからなるパルスによって記録することを特徴とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項24】 情報記録媒体に記録する記録手段を少

なくとも有する情報記録再生装置において、前記記録手段が、使用する光ヘッドのレーザダイオードから出射される光の波長を  $\lambda$ 、対物レンズの開口数を  $NA$  としたとき、

$$0.61 \times \lambda / NA$$

なる式から算出される光ヘッドの光スポット半径以下の記録マークを、それぞれ長さの異なる1個のパルスによって記録し、それ以外の長さのマークを少なくとも2個以上のパルスによって、または、少なくとも2種類以上の記録パワレベルからなるパルスによって記録する記録手段であることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項25】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、23のいずれか1項に記載の情報記録媒体の記録方法において、チャンネルクロック周期が  $9.6 \text{ ns}$  以下であることを特長とする情報記録媒体の記録方法。

【請求項26】 請求項12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、24のいずれか1項に記載の情報記録再生装置において、チャンネルクロック周期が  $9.6 \text{ ns}$  以下であることを特長とする情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は高密度光ディスクの記録方法および記録再生装置に属する。

【0002】

【従来の技術】 現在、DVD-Rと呼ばれる追記型(1度だけ記録ができるタイプ)の光ディスクが市場に投入されている。このディスクにはスパイラル上に溝(凹凸)が形成されており、グルーブと呼ばれる部分(光ヘッド側から見て凸部)を光スポットが走査するようになっている。グルーブの隣のランドと呼ばれる部分(光ヘッド側から見て凹部)にはランドプリピット(LPP)と呼ばれるピットが形成されている。このLPPにはアドレス情報の他、記録時に必要な様々な情報が埋め込まれており、ドライブで記録再生を行なう際には、LPPからエラーなく情報を得ることが重要となってくる。

【0003】 DVD-RはEFM plusという変調符号を採用しており、この符号は3T、4T、5T、6T、7T、8T、9T、10T、11T、14T(T:チャンネルクロック周期)の長さのマークおよびスペースから構成されている。

【0004】 DVD-Rの記録方法は、図2に示すようなマルチパルス型のパルスを使用して行われる。光ディスクへの記録方式を一般的に記録ストラテジと呼ぶので、本明細書では記録方式のことを記録ストラテジと呼ぶことにする。DVD-Rの場合、 $n-2$ 型のマルチパルス型記録ストラテジを採用しており、 $nT$ の長さのマークを記録する際は、 $n-2$ 個のパルスによって記録が行なわれる。例えば、3Tの記録はひとつのパルスで行

われることになり、5Tは3個のパルスで記録されることになる。

【0005】LPPの出力はDVD-Rからの戻り光量に比例するため、LPPの隣に長いマークや太いマークが形成された場合、LPP出力は大きく減少することになる。これは、LPPの読み誤りを増やす原因となるため、グループに記録されるマークは適度な太さになっていることが望まれる。

【0006】グループに記録されるマークの太さはモジュレーションという物理量と比例していることがすでにおかっている、図3はランダムパターンを記録した場合の再生信号（アイパターン）であるが、通常モジュレーションは、

$$I = E \cdot I_p$$
  
なる式から算出される。

【0007】現在、市場には線速度3.49 m/sで記録再生を行なう1倍速のドライブが存在するが、より高速な記録が出来る装置、及びディスクが求められている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、高速に記録を行おうとすると、従来技術には以下に掲げる問題点があった。

【0009】図4に高線速記録を行なった場合におけるLPPのエラーレートとモジュレーションの関係を測定した結果を示す。図からわかるように高線速になるにつれモジュレーションの値が大きくなり、それにつれてLPPのエラーレートが大きくなっているのがわかる。

【0010】これはつまり、高線速で記録を行なった場合、その後はLPPからアドレス情報等の様々な情報を得ることができなくなることを意味し、ドライブとして非常に大きな問題となることが予想される。

【0011】光ディスクの記録マークは光照射による熱エネルギーでの記録のため、通常記録開始点よりも記録終了点の方がマークの幅が太くなる傾向があることは良く知られている。したがって、特に記録終了点のマーク太さをできるだけ細くする技術があれば、上記の問題を解決することが可能と考えられる。

【0012】記録マークの形状を制御する技術としては、特開平5-197958号公報があげられる。上記発明では、マークの前端と後端に2個のパルスを形成し、その間に両者よりも細いパルスまたは記録パワレベルを配置することで、記録マークの形状を制御している。

【0013】しかしながら、この発明は、4種類のマーク長しかない変調方式を用いた実施例しか開示しておらず、EFM plusのように10種類ものマーク長が存在する変調方式に対しては全く知見を得ることができない。また、短いマークは入力変調信号そのまま記録するという記述が存在するが、具体的にどこまで入力信号そのまま記録すれば良いのかに対しても全く知見を得

ることができない。つまり、EFM plus という変調符号を用いたDVD-Rに対して、具体的にどうすればよいかということが上記発明からは窺い知れないのである。

【0014】本発明は斯かる問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、追記型光ディスク、特にDVD-Rにおいて、良好な記録マークの形成とLPP情報の正確な読み出しを両立させる記録ストラテジを提供する点にある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本願発明の情報記録媒体の記録方法は、情報記録媒体に対し、変調符号に従って、マーク、スペース列として記録を行なう場合、5T（Tはチャネルクロック周期）以下の長さのマークをそれぞれ長さの異なる1個のパルスによって記録し、それ以外の長さの信号を少なくとも2個以上のパルスによって記録することを特徴とする。

【0016】また、本願発明の情報記録媒体の記録方法は、変調符号に従って、マーク、スペース列として記録を行なう場合、5T（Tはチャネルクロック周期）以下の長さのマークをそれぞれ長さの異なる1個のパルスでかつ1種類の記録パワレベルによって記録し、それ以外の長さの信号を少なくとも2種類以上の記録パワレベルからなるパルスによって記録することを特徴とする。

【0017】本願発明の情報記録媒体の記録方法には、DVD-R等で使用されているEFM plus 変調符号を使用するのが好適である。上記符号は、周期Tのチャネルクロックに基づくnT（T：チャネルクロック）（nは3、4、5、6、7、8、9、10、11又は14）の長さの信号から構成される。

【0018】また、本願発明の情報記録媒体の記録方法は、上記nが6以上の長さの信号を記録する場合、n-4個のパルスを使用するのも望ましい。

【0019】また、本願発明の情報記録媒体の記録方法は、上記nが6以上の長さの信号を記録する場合に使用されるパルスが、チャネルクロックの4倍の長さからなる第1の領域と、該第1の領域につらなるチャネルクロックのn-6倍の長さからなる第2の領域と、該第2の領域につらなるチャネルクロックの2倍の長さからなる第3の領域から構成することで、より本願の目的を容易に達成することができる。

【0020】また、本願発明の情報記録媒体の記録方法は、上記第1の領域がひとつのパルス、上記第2の領域がひとつまたはn-6のパルス、上記第3の領域がひとつのパルスで構成するのも好適である。

【0021】また、本願発明の情報記録媒体の記録方法は、上記nが6以上の長さの信号を記録する場合、パルスの前端部と後端部の記録パワレベルを該前端部と後端部に挟まれた領域の記録パワレベルよりも高くすることを特徴とする。

【0022】また、本願発明を様々なレーザ波長や記録密度のシステムに適用させる場合、使用する光ヘッドのレーザダイオードから出射される光の波長を $\lambda$ 、対物レンズの開口数をNAとしたとき、 $0.61 \times \lambda / NA$ なる式から算出される光ヘッドの光スポット半径以下の記録マークを、それぞれ長さの異なる1個のパルスによって記録し、それ以外の長さのマークを少なくとも2個以上のパルスによって、または、少なくとも2種類以上の記録パワレベルからなるパルスによって記録するという手法をとればよい。

【0023】また、本願発明の情報記録再生装置は、情報記録媒体に記録する記録手段少なくとも有する情報記録再生装置において、上記記載の情報記録媒体の記録方法を記録手段として使用することを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0025】図1は、本願発明の記録ストラテジの概略図を示す。縦軸はレーザの出力レベルに比例している。特徴的なのは、3T、4T、5Tの長さのマークを記録する場合は、ひとつのパルスを使用しており、それ以上の長さのマークを記録するときには $n-4$ 個のパルスを使用していることである。また、6T以上のマークを用いるパルスは4Tの長さからなるファーストパルス部と、 $(n-6)$ Tからなるマルチパルス部（6Tの場合存在せず）、2Tの長さからなるラストパルス部によって構成されていることも特徴である。パラメータのセットは5つで、記録すべきNRZI信号の始まりからファーストパルスの立ち上がりまでの時間を制御するTstart、ファーストパルスの立ち下がり位置を制御するTfe、マルチパルス部のパルス幅を制御するTmp、ラストパルスの立ち上がり位置を制御するTls、ラストパルスの立ち下がり位置を制御するTendである。Tmp以外の幅ではなく位置を制御するパラメータは、ファーストパルス部またはラストパルス部の始めまたは終わりを起点としており、図の右方向に位置が動く場合をプラスの方向としている。

【0026】本発明の記録ストラテジは以下の詳細な実験から導き出された。

【0027】従来のマルチパルス型ストラテジをベースにし、短いマークを3Tのみひとつのパルスにした場合（従来のマルチパルス型ストラテジそのもの）、3Tと4Tをひとつのパルスで記録するようにしたもの、3Tと4Tと5Tをひとつのパルスで記録するようにしたもの、3Tと4Tと5Tと6Tをひとつのパルスで記録するようにしたものに対して、モジュレーションを調整できるパラメータであるTmpを動かしたときに、ジッタがどう動くかを測定した。その結果を図5に示す。この場合、できるだけ後エッジを動かしたくないという配慮から、最後のTmpは動かしていない。つまり、先端と

後端のパルスに挟まれたTmpを動かした場合の結果である。図から明らかなように、Tmpを動かしてもジッタの上昇が比較的少なくなるのは、少なくとも5T以下のマークをひとつのパルスで記録する場合であることがわかる。

【0028】次に図5と同じ条件で、モジュレーションを測定した結果を図6に示す。

【0029】6Tまでひとつのパルスで記録した場合、Tmpを短くしてもモジュレーションはあまり下がらないことがわかる。これは、Tmpを下げて6Tが一番太くかけてしまっており、6Tの振幅よりモジュレーションが下がらないためである。つまり、モジュレーションのことを考えると、あまり長いマークまでひとつのパルスで記録するのは得策ではないことになる。

【0030】上記のふたつの結果から、5Tまでひとつのパルスで記録するストラテジがジッタとモジュレーションの要請を満たすことができると言える。

【0031】次に、6T以上のパルス列の構成をどうするかを検討した。

【0032】まず、前エッジのみに注目し、TtopとTmpを前から順々に結合していきひとつのパルスとした場合の前エッジジッタの動きを測定した。その結果を図7に示す。結合するという意味は、TtopとTmpの間のPbレベルをP1に持ち上げて、全体としてひとつのパルスにしてしまうということである。先頭から2番目のTmpも結合するという意味は、すでに結合したTtopと1番目のTmpとの間のPbレベルをP1に持ち上げ、全体としてひとつのパルスにするということである。横軸は前から何番目までのTmpを結合したかを意味する。前から1番目のTmpを結合した場合はジッタが跳ね上がるが、その後いくらTmpを結合しても、ジッタは上昇しない。これは、前から2番目以降のTmpの熱は前エッジには影響しないことを意味しており、前から2番目以降のTmpを操作してモジュレーションを調整すれば、前エッジに影響を与えることなく、モジュレーションを調整できると考えられる。従来のマルチパルス型のストラテジはTtopが3Tの長さの領域で構成されていることを考えあわせると、最初のパルスは4Tの長さからなる領域をひとつの単位として制御するのが望ましいと結論できる。

【0033】上記と同様に、後エッジに対しても同様の実験を行なった。その結果を図8に示す。横軸は一番後のTmpに、一番後ろのTmpの前にあるTmpを何個まで結合したかを意味する。図からわかるように、後から2番目のTmpを結合した場合（一番後ろのTmpにひとつ前のTmpを結合する）はジッタが跳ね上がるが、その後いくらTmpを結合しても、ジッタは上昇しない。これは、後から3番目以降のTmpの熱は後エッジには影響しないことを意味しており、後から3番目以降のTmpを操作してモジュレーションを調整すれば、



後エッジに影響を与えることなく調整できると考えられる。以上より、最後のパルスは2Tの長さからなる領域をひとつの単位として制御するのが望ましいと考えられる。

【0034】以上すべての実験結果から導き出されたのが、本願発明の記録ストラテジとなっている。したがって、ジッタとモジュレーションを独立にいじることが可能となっているのである。

【0035】以上見てきたように、本願発明のTmpはモジュレーションを調整するためだけに存在し、前後エッジに熱的影響を与えないので、いろいろな形態が考えられる。例えば、Tmpの位置を平行移動したストラテジや、数個のTmpをまとめてひとつのTmpにしてしまうストラテジ（5T以下はひとつのパルス、6Tはふたつのパルス、それ以上は3つのパルスで記録する）等が考えられる。また、当然、ファーストパルスとラストパルスの間を両パルスと異なる記録パワレベルで結ぶといったストラテジも考えられる。

【0036】また、5T以下はひとつのパルスで記録するのであるが、上記のように記録パワレベルが1種類のものだけではなく、パルスの前端部領域や後端部領域の記録パワレベルを変えて2種類以上の記録パワレベルで構成されるひとつのパルスも当然考えられる。

【0037】また、本願発明に関して、EFM plusに基づいて説明を行なっているが、その他の変調符号への拡張は容易に可能である。例えば、1-7変調の場合、2Tから8Tまでのマーク長の信号が存在するが、2T、3T、4T、5Tはひとつのパルスで記録し、6T以上は上記のように少なくとも二つ以上のパルスで記録すれば良いのである。

【0038】上記の各種実験から、本願発明の記録ストラテジは考案されたが、本願発明の記録ストラテジは光ビームスポット径と非常に密接な関係にあることがわかっていく。

【0039】光ヘッドのレーザダイオードから出射される光の波長を $\lambda$ 、対物レンズの開口数をNAとしたとき、光ビームの強度は

$$0.61 \times \lambda / NA \quad (1)$$

なる式から算出される半径位置で0となる。つまり、

(1)式は光ビーム半径と考えることができる。

【0040】今回、上記の実験を行なった光ヘッドは光波長660nm、対物レンズの開口数0.6である。つまり、上記の式から算出される光ビーム半径は0.671 $\mu$ mである。

【0041】また、今回、DVD-Rに記録した5Tマークは、線速度13.96m/sのとき、チャンネルクロック周波数が104.64MHzなので、0.667 $\mu$ mの長さとなる。これは光ビーム半径とほぼ同じ長さである。

【0042】つまり、光ビーム半径とほぼ同じ長さの記

録マークとそれ以下のマーク長の記録マークをひとつのパルスで記録すれば、本願発明の効果が得られるわけである。これは、隣接マークとの光学的干渉が自己マークの再生に大きく影響するマーク長まではひとつのパルスで記録を行なうべきであることを示唆している。したがって、(1)式を用いて、ひとつのパルスで記録を行なうマーク長を決めていけば、様々なレーザ波長を有する光学ヘッドと記録密度の組み合わせに対しても本願発明を適用できるようになるのである。

【0043】次に、本実施の形態に係る情報記録媒体の記録方法について、実施例を用いて詳しく説明する。

【0044】(実施例1)記録媒体として対象となるDVD-Rディスクに対して、図1に示す記録ストラテジで記録を行ない、その後再生した。記録線速は4倍速相当の13.96m/s、チャンネルクロックは104.64MHzである。記録後、再生は1倍速相当の線速3.49m/s、チャンネルクロックは26.16MHzで行なった。Tmpに対するマージンを測定したのが、図9であるが、非常に広いマージンが得られていることがわかる。また、図10にTmpに対するモジュレーションとLPPのエラーレートの関係を示す。Tmpを0.5T以下にするとLPPのエラーが良好になることがわかる。また、図9よりTmpが0.5T近傍では良好なジッタが得られていることも再確認できる。なお、本実施例で用いた5つのパラメータは図11のとおりである。また、最適な記録パワは18mW程度であった。

【0045】以上より、本願発明により、高線速記録時においても良好なジッタと良好なLPP再生が両立できるようになった。

【0046】なお、本実施例では、光波長660nm、開口数(NA)0.6の光ヘッドを用いている。

【0047】(実施例2)記録媒体として対象となるDVD-Rディスクに対して、図12に示す記録ストラテジで記録を行ない、その後再生した。このストラテジはTmpの代りに、ファーストパルスとラストパルスのある記録パワレベルP2で結合しているのが特徴である。記録線速は4倍速相当の13.96m/s、チャンネルクロックは104.64MHzである。記録後、再生は1倍速相当の線速3.49m/s、チャンネルクロックは26.16MHzで行なった。実施例1と同様の結果が得られ、本願発明の有効性が確認された。なお、Tmpを除く残りの4つのパラメータは、実施例1と同じ値を使用し、最適なP1は18mW程度、P2は9mWであった。

【0048】なお、本実施例では、上記実施例と同様、光波長660nm、開口数(NA)0.6の光ヘッドを用いている。

【0049】(実施例3)記録媒体として対象となるDVD-Rディスクに対して、図13に示す記録ストラテジで記録を行ない、その後再生した。このストラテジは

図1のストラテジにおける7T以上のマルチパルス部を複数のパルスではなく、ひとつのパルスで記録するように変更したものである。したがって、マルチパルス部のパラメータとして、T<sub>mp</sub>の代りにT<sub>ms</sub>とT<sub>me</sub>を使用している。T<sub>ms</sub>はマルチパルス部のパルスの立ち上がり位置を意味し、T<sub>me</sub>はマルチパルス部のパルスの立ち下がり位置を意味する。8T以上のマルチパルス部のパルスはマークが長くなる毎に、1Tずつ伸びていき、マルチパルス部に存在するパルスはひとつになるようになっている。記録線速は4倍速相当の13.96m/s、チャネルクロックは104.64MHzである。記録後、再生は1倍速相当の線速3.49m/s、チャネルクロックは26.16MHzで行なった。実施例1と同様の結果が得られ、本願発明の有効性が確認された。なお、使用したパラメータは図14の通りである。また、最適な記録パワは18mW程度であった。

【0050】なお、本実施例では、上記実施例と同様、光波長660nm、開口数(NA)0.6の光ヘッドを用いている。

【0051】(実施例4)本願発明の記録ストラテジはファーストパルス部、マルチパルス部ラストパルス部を熱的に独立にしたために、以下の大きなメリットも有することがわかっている。

【0052】従来のマルチパルス型ストラテジの場合、線速度を変更すると、図15に示したように、T<sub>top</sub>、T<sub>mp</sub>を変更しなければならない。これは、線速度が変わることで、T<sub>top</sub>とT<sub>mp</sub>の熱的な関係が変わり、それを補正しなければならないためである。

【0053】一方、本願発明の記録ストラテジは、各パルスが熱的に独立しているため、線速度に記録ストラテジが依存しない。図16に本願発明の記録ストラテジを用いた場合のジッタと線速度の関係を示す。記録ストラテジ形状は実施例1と同じで、各パラメータは図11と同じ値を用いている。図より明らかなように、線速度を変えてもジッタは常に良好であることがわかる。つまり、同じストラテジで広い線速をカバーできることがわかる。これは、スピンドルの回転数を一定にして記録を行なうCAV記録が容易に可能になることを意味している。今後、高線速化が進み、スピンドルの回転数が高線速化の限界を決めるようになると、CAV記録になると考えられる。その際、本願発明はさらに重要度を増すことが容易に推察できる。

【0054】なお、本実施例では、上記実施例と同様、光波長660nm、開口数(NA)0.6の光ヘッドを用いている。

【0055】(実施例5)本願発明の情報記録媒体の記録方法を情報記録再生装置に組み込んだ一例を説明する。

【0056】図17に示すように、本願発明の情報記録再生装置は、光ディスク媒体とLD駆動系とLDからな

る記録手段と、光検出器からなる情報再生手段と、記録条件又は再生条件を設定する記録再生条件設定機構からなる。記録再生条件設定機構は再生信号を検出する部分と、その再生信号から記録再生条件を設定する部分と、その設定した記録再生条件を実行する部分とからなる。設定された記録再生条件をもとにLD駆動系がLDを発光させる。光ディスクはスピンドル駆動系により回転させられ、光ディスクに記録されている情報はLDにより照射された光の反射光として、対物レンズを通り、光検出系で検出される。光検出系で検出された情報は再生信号として、上位の処理系に送られる。その際、再生信号は記録再生条件設定機構にも配分され、記録再生条件設定機構はその情報をもとに記録再生条件を点検することができる。点検した情報を用いて、記録再生条件を変更するなどすれば、より良い記録再生が行なえることになる。記録条件設定機構により本願発明の様々な記録方法が実現される。本願発明の情報記録再生装置は非常に信頼性の高い記録再生を行なうことができる。

【0057】なお、本実施の形態において、DVD-Rに関する実験を対象として説明を行なったが、熱量の大小だけで決まる熱記録で記録を行なう光ディスクメディアであれば、対応することは充分可能である。また、LPPだけでなく、DVD+R等に用いられているADIP信号の劣化も極力抑えることができる。つまり、記録信号の品質を最大限に引き出した状態で、溝に埋め込まれたLPPやADIPの信号劣化を防ぐことができるのである。溝に埋め込まれた信号としてはLPPやADIPだけではなく、様々なものに対応できる。

【0058】また、上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。

【0059】

【発明の効果】本発明は以上のように構成されているので、以下に掲げる効果を奏する。

【0060】LPP等の基板に埋め込まれたアドレス情報の劣化を抑えた形で、ジッタ特性が良好な記録を実現することができる、ドライブの信頼性を著しく向上させることができる。また、CAV記録を容易に達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の記録方法の概念図である。

【図2】 従来の記録方法の概念図である。

【図3】 モジュレーションの定義を示す図である。

【図4】 LPPエラーとモジュレーションの記録線速度依存性を示す図である。

【図5】 短いマークをひとつのパルスで記録した場合におけるジッタのT<sub>mp</sub>依存性を示す図である。

【図6】 短いマークをひとつのパルスで記録した場合におけるモジュレーションのT<sub>mp</sub>依存性を示す図である。



【図7】  $T_{top}$ にそれに連なる $T_{mp}$ を結合した場合に、結合する $T_{mp}$ の数とマーク前端的ジッタ（前エッジジッタ）の関係を示す図である。

【図8】 最後の $T_{mp}$ にその前にある $T_{mp}$ を結合した場合に、結合する $T_{mp}$ の数とマーク後端的ジッタ（後エッジジッタ）の関係を示す図である。

【図9】 本発明の記録方法を用いた場合のジッタと $T_{mp}$ の関係を示す図である。

【図10】 本発明の記録方法を用いた場合のLPPエラーおよびモジュレーションと $T_{mp}$ の関係を示す図である。

【図11】 本発明の記録方法における各種パラメータ設定の一例を示す図である。

【図12】 本発明の記録方法の1実施例を示す図である。

【図13】 本発明の記録方法の1実施例を示す図である。

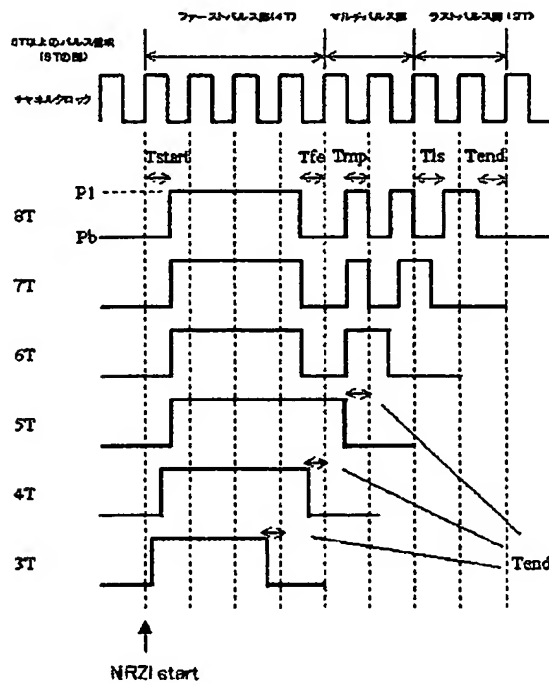
【図14】 本発明の記録方法における各種パラメータ設定の一例を示す図である。

【図15】 従来の記録方法における各種パラメータの線速依存性を示す図である。

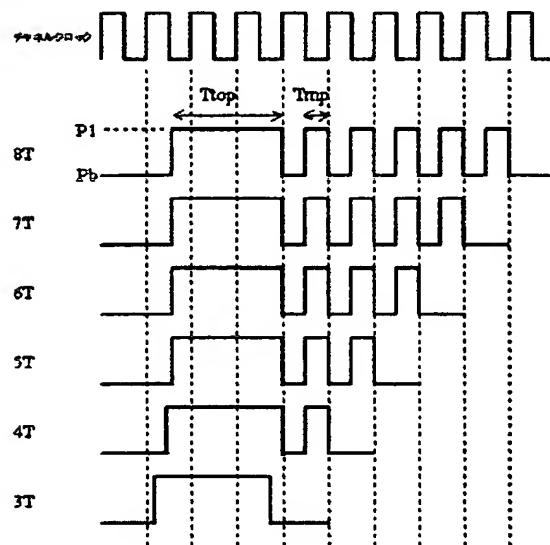
【図16】 本発明の記録方法を用いた場合のジッタの線速依存性を示す図である。

【図17】 本発明の情報記録再生装置の一例を示す図である。

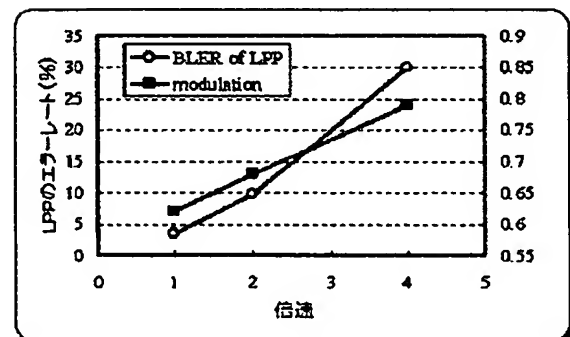
【図1】



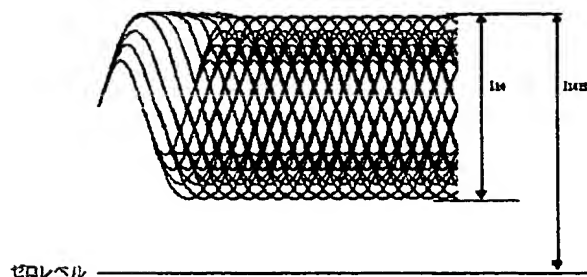
【図2】



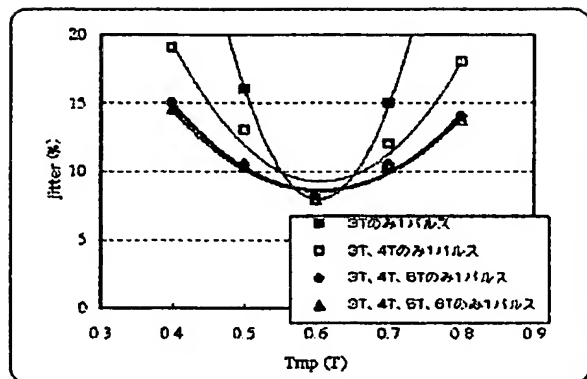
【図4】



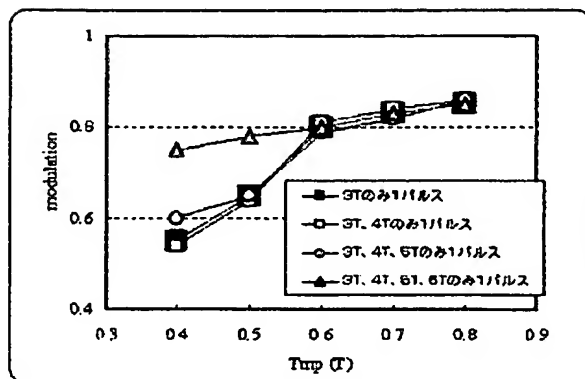
【図3】



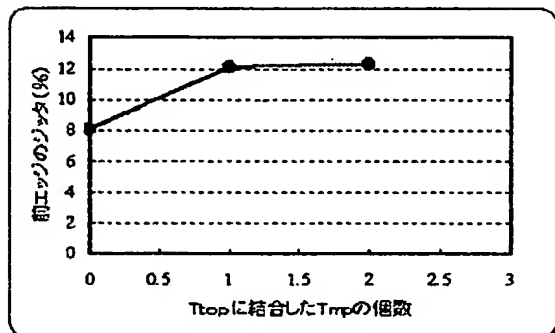
【図5】



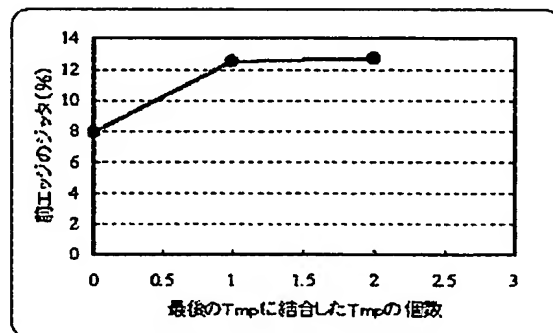
【図6】



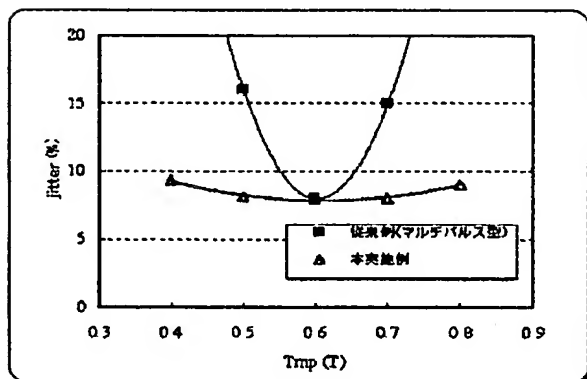
【図7】



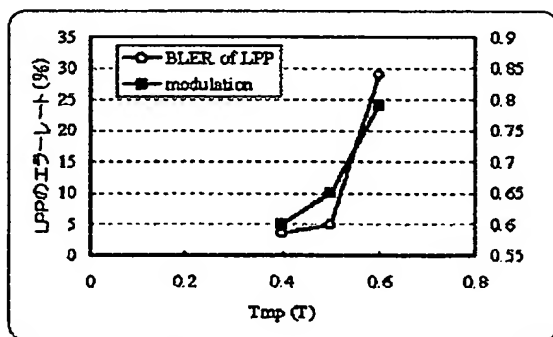
【図8】



【図9】



【図10】



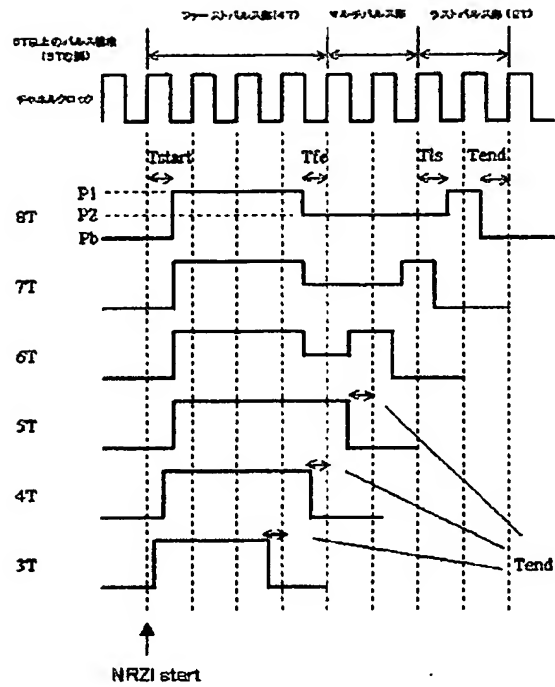
【図11】

	Tstart	Tfe	Tmp	Tls	Tend
>7T	1.5	0	0.4	0.5	-0.2
6T	1.5	0	—	0.4	-0.2
5T	1.5	—	—	—	-0.4
4T	1.4	—	—	—	-0.3
3T	1.1	—	—	—	0.1

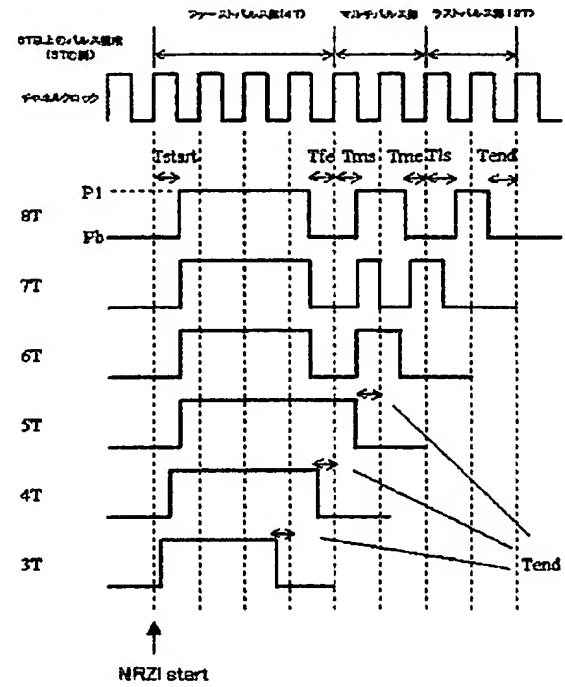
【図14】

	Tstart	Tfe	Tms	Tme	Tls	Tend
>8T	1.5	0	0.6	-0.6	0.5	-0.2
7T	1.5	0	0.6	0	0.5	-0.2
6T	1.5	0	—	—	0.4	-0.2
5T	1.5	—	—	—	—	-0.4
4T	1.4	—	—	—	—	-0.3
3T	1.1	—	—	—	—	0.1

【図12】



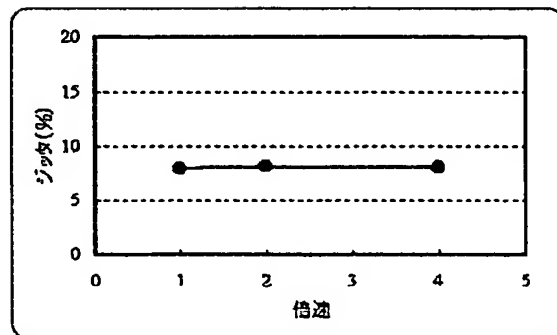
【図13】



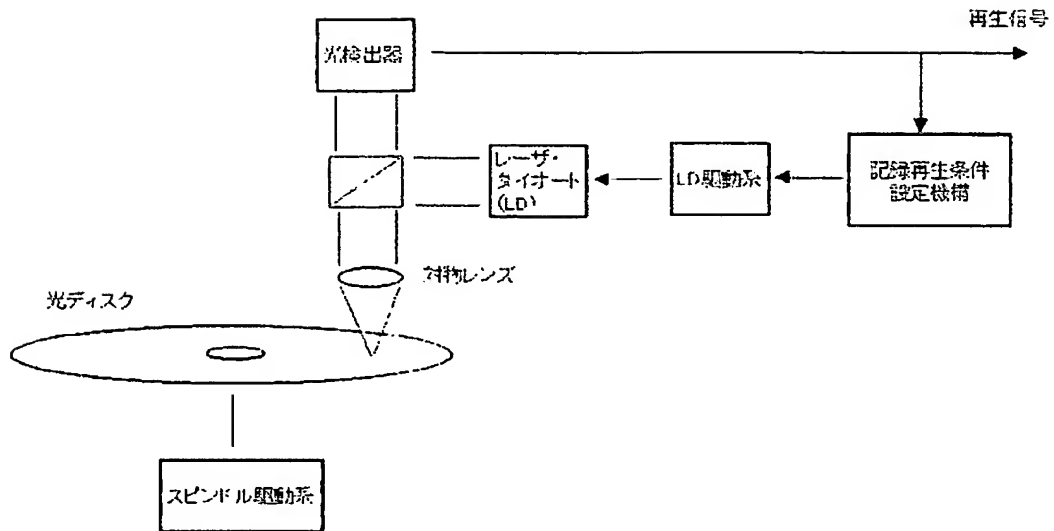
【図15】

	T <sub>top</sub>			T <sub>mp</sub>
	3T	4T	>5T	
1倍速	1.5	1.5	1.55	0.65
2倍速	1.7	1.65	1.7	0.7
4倍速	1.9	1.8	1.75	0.73

【図16】



【図17】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**